心理科学进展 2018, Vol. 26, No. 9, 1624–1631
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.01624

自主任务转换中的重构和干扰*

蒋 浩

(中国民用航空飞行学院航空人因与工效学研究所, 四川 广汉 618307)

摘 要 任务转换是研究执行功能的常用范式。任务转换通常伴随着转换代价: 执行转换任务比重复任务的反应时更长、错误率更高。转换代价可能反映了任务设置重构(重构理论), 也可能表明任务之间存在干扰(干扰理论)。与任务线索范式相比, 自主任务转换范式更具生态效度, 而且不仅能获得转换代价这个传统结果, 还引入了任务选择比例、任务转换率等新指标, 其结果倾向于支持重构理论。此外, 新近研究指出自主任务转换可能也包含干扰的作用。未来, 应通过进一步改进实验范式等方法, 实现两大理论的融合。

关键词 执行功能; 任务转换; 重构; 干扰; 自主任务转换范式

分类号 B842

1 任务转换及任务线索范式

在日常生活中, 人们总是执行着各种任务。有时人们持续执行着同一个任务, 有时需要频繁地在不同任务之间进行转换。任务转换(task switching)是执行功能(executive function)的一种, 它是指个体从一个任务转换到另一个任务的能力。近 20 年来, 众多采用任务转换范式对转换加工过程的研究发现, 与重复同一任务相比, 转换到另一任务时, 通常伴随着任务绩效的降低, 表现为反应时的延长和正确率的降低, 即出现转换代价(switch cost) (孙天义, 肖鑫, 郭春彦, 2007; Monsell, 2003)。

转换代价是一个稳定的实验现象, 它的效应量在几十毫秒到几百毫秒不等。转换代价的普遍存在, 体现了转换加工的固有弱点。基于对转换代价的解释, 学者提出了两类理论观点来说明任务转换的机制(Kiesel et al., 2010; Vandierendonck, Liefooghe, & Verbruggen, 2010)。第一类是任务设置重构(task-set reconfiguration)理论(Monsell & Mizon, 2006), 认为转换代价反映了个体主动的控制过程, 即对新任务设置的重构过程。这一过程需要耗费一定时间, 是执行功能的一种体现。第二类是任务设置干扰(task-set interference)理论, 认为转换代价是克服各种旧任务设置干扰的结果。干扰的来源主要包括旧任务设置惯性(Allport, Styles, & Hsieh, 1994)、刺激−反应联结(Allport & Wylie, 2000)、任务设置抑制(Mayr & Keele, 2000)、反应抑制(Hübner & Druey, 2006)等。干扰理论认为任务转换不涉及主动的任务设置重构过程, 因此执行功能并不发挥作用。

早期, 产生上述两类理论观点最常用的研究范式是任务线索范式(task cuing paradigm) (Meiran, 1996)。在实验中, 被试交替执行多个(一般为两个)任务。每个试次(trial)先呈现一个视觉线索, 例如任务的名称、抽象图形。不同的任务与不同的线索相联系, 通过线索来提示被试进行哪一种任务。随后出现目标刺激, 要求被试根据线索对应的任务对刺激做出反应。任务通常是简单的认知任务, 例如判断数字奇偶、人脸性别、单词音节数、客体形状等。任务线索范式的一个特点在于可以分别控制反应−线索间隔(response-cue interval, RCI)和线索−刺激间隔(cue-stimulus interval, CSI), 以便考察任务设置重构和干扰对转换代价的影响。RCI 是指被试反应到下一线索呈现之间的时间间隔, CSI 是指线索呈现到刺激呈现之间的时间间隔。研究发现, 增加 CSI 的时长, 转换代价显著减小, 说明在 CSI 期间进行着对新任务的重构过程(Meiran, 1996)。这一“准备效应”被用来支持

收稿日期: 2018-02-11
* 中国民用航空飞行学院科研项目(J2014-06)。
通信作者: 蒋浩, E-mail: huban@zju.edu.cn

任务设置重构理论。

任务线索范式虽然被广泛使用，但也存在以下不足。第一，该范式生态效度不高，实验情景与真实生活相差较大。在日程生活中，人们一般无需外界线索提示就能自由选择进行哪种任务，并能自由地在任务之间进行转换。第二，由于该范式中有线索存在，因而被试的行为很大程度上都是由外界刺激所驱动，线索的作用在于形成任务表征(Arrington, Logan, & Schneider, 2007)。即使转换代价随着准备时间延长而减少是支持重构理论的有利证据，但线索的存在也说明被试的重构过程在很大程度上是由线索驱动的。有研究通过数学建模表明任务转换过程中并无主动控制，而只存在线索驱动的编码(Logan & Bundesen, 2003, 2004)。因此，用任务线索范式来解释任务转换过程中的执行控制功能尚有缺陷。针对以上两点不足，Arrington 和 Logan (2004)设计了一种新的任务转换范式——自主任务转换范式(voluntary task switching paradigm)。

2　自主任务转换范式

在自主任务转换范式中，不再出现提示被试进行何种任务的线索，而只呈现目标刺激，被试可以自主选择进行何种任务，并对目标刺激做出按键反应。被试的自主选择有两个条件，要求被试完成任务时尽量遵从。在指导语中告知被试，每个试次随机地从多个(一般为两个)任务中选择一个，但要求整个实验中每个任务选择的次数基本相等，同时还要求任务的序列要随机，不能以固定的任务序列模式(例如 ABABABAB……)来完成实验。这两个条件在任务线索范式中是满足的。为引导被试达到上述要求，研究者还形象地将随机选择任务的过程比喻为掷硬币(硬币的两面分别代表一种任务)，要求被试在每个试次中想象自己掷了一次硬币，并根据投掷的结果进行任务选择(Arrington & Logan, 2004)。那么，被试有时会重复前一任务，有时会转换执行另一任务，即发生任务转换。可见，自主任务选择范式去除了外界线索的影响，更类似于日常生活中人们的多任务转换情境，具有更高的生态效度。

自主任务转换范式主要有三种形式：(1)标准自主任务转换范式，即上述 Arrington 和 Logan (2004)设计的范式。(2)任务选择分离范式一。Arrington 和 Logan (2005)发现，标准范式中每个试次只进行一次按键反应，那么反应时包含了两个成分：一是选择任务的时长，二是选定任务后对刺激进行反应的时长。为了分离这两个成分，对标准范式做出改变：在目标刺激呈现之前先出现一个探测刺激(比如一个问号)，要求被试按键对任务进行自主选择，之后再出现目标刺激，被试再根据所选任务对刺激做出反应。因此，每个试次能获得两个反应时，分别代表任务选择反应时和任务执行反应时。(3)任务选择分离范式二。同任务选择分离范式一，但先进行刺激反应，再进行任务选择。该范式见于一些自主任务转换的神经机制研究(Forstmann, Brass, Koch, & von Cramon, 2006; Forstmann, Ridderinkhof, Kaiser, & Bledowski, 2007)。

3　自主任务转换的研究结果

3.1　转换代价

尽管自主任务转换范式中执行何种任务是由被试主动选择的，研究依然发现了稳定的转换代价。这说明，即使被试主动进行任务转换，仍会产生转换代价。与任务线索范式不同的是，此时将转换代价归因于任务设置重构的理由更加充分。因此，在自主任务转换范式下发现转换代价，不仅确立了该范式的有效性，而且使任务设置重构理论更有说服力。

Arrington 和 Logan (2005, 实验六)将任务选择和任务执行分离后，发现任务选择过程没有转换代价，选择重复任务或转换任务没有反应时差异。相反地，任务执行过程出现了转换代价，执行转换任务的反应时要比执行重复任务的反应时慢大约 200 ms。此后其他研究也发现了类似结果(Demanet & Liefooghe, 2014; Liefooghe, 2017)。因此，下文出现的转换代价如无特指，均指任务执行产生的转换代价。

对于任务选择过程没有出现转换代价的解释目前尚无定论，可能有以下原因。转换代价在很大程度上反映了任务设置的重构过程，这一过程本身就需要在任务确定的基础上才能进行。也就是说，要首先完成任务选择，才能继续进行任务设置重构，进而出现转换代价。而任务设置是一个复杂的表征(Rangelov, Töllner, Müller, & Zehetleitner, 2013)，甚至在目标刺激出现之后才能完全完成重

构。相比而言，以探测刺激的形式进行任务选择很容易完成，从任务选择反应时显著小于任务执行反应时也能印证这一点。此外，任务选择也不涉及到任务规则提取和基于任务规则的目标刺激判断，任务选择的结果也无正误之分，因此选择重复任务或者转换任务没有表现出反应时的差异。任务选择与任务执行在转换代价上的差异性也说明两个过程的相对独立性，Liefooghe (2017)还专门研究了任务选择反应在任务执行过程中的独立贡献。

3.2 任务选择比例和任务转换率

与任务线索范式相比，自主任务转换范式获得了两个新指标：任务选择比例和任务转换率，前者是指某个任务被选择的比例，后者是指被试选择转换任务的比例。虽然在指导语中要求被试随机选择两种任务并保持两种任务所选次数相等，但被试往往不能精确做到这一点。理论上，如果两种任务的选择完全做到随机，那么每种任务出现的比例应为 50%，且任务重复和任务转换的比例也为 50%。研究表明，被试的实际选择结果是每种任务被选的比例大致为 50%，符合指导语要求。然而，任务转换率却显著小于 50%，被试更多地选择重复前一任务，出现重复任务偏向(repetition bias) (Liefooghe, Demanet, & Vandierendonck, 2009, 2010; Vandierendonck, Demanet, Liefooghe, & Verbruggen, 2012)。

早期, Arrington 和 Logan (2005)用竞争模型对重复任务偏向进行解释。一方面，被试需要随机选择两种任务，这是一个自上而下的主动控制过程；另一方面，不同任务之间自下而上的被动干扰过程会妨碍对任务的主动控制。“随机化”和“干扰”竞争的结果导致被试选择更多的重复任务而非转换任务。然而也有很多研究发现，被试会采用一些主动控制策略来尽量消除任务间干扰的影响，例如执行难度较低的任务(Dunn, Lutes, & Risko, 2016; Kool & Botvinick, 2014)。在此基础上，Mittelstädt, Dignath, Schmidt-Ott 和 Kiesel (2018)利用适应行为理论框架对重复任务偏向进行解释，认为被试的任务选择行为受到两种主动控制过程的影响，一是任务随机化控制，二是任务努力程度控制。他们通过呈现不同的预览转换刺激来调控被试的努力程度，发现预览转换刺激会降低转换代价，增加任务转换率，说明被试的行为主动适应了任务情境的变化。Fröber 和 Dreisbach (2017)的研究结果也表明了被试行为的适应性。近年来，奖励、兴趣、情绪等动机调节因素对执行控制的影响是研究热点(刘丽婷, 2016; 王振宏, 刘亚, 蒋长好, 2013; Botvinick & Braver, 2015; Hardy & Gillan, 2012; Umemoto & Holroyd, 2015)。在奖励情境中，被试的任务选择发生了适应性变化，奖励能提高任务转换率(Braem, 2017; Braun & Arrington, 2018; Fröber & Dreisbach, 2016)。这些结果进一步说明自主任务转换是一个主动控制的过程。

需要指出的是，在任务线索范式中，重复任务偏向对转换代价有显著影响。一般而言，重复任务的比例越大(转换任务的比例越小)，转换代价就越大(Monsell & Mizon, 2006)。但在自主任务转换范式下，被试的任务转换率和转换代价没有相关(Mayr & Bell, 2006)。此外, Arrington 和 Yates (2009)研究了自主任务转换和注意网络子成分的关系，结果发现转换代价与警觉网络呈正相关，而任务转换率与执行控制网络呈负相关。这些结果说明自主任务转换范式中的转换代价与任务转换率是两个独立的指标，反映了两个不同的过程。

3.3 准备效应

前已述及，在任务线索范式中发现了准备效应，即转换代价随着线索−刺激间隔(CSI)的延长而降低，支持任务重构理论。类似地，在自主任务转换范式下也出现了准备效应(Arrington & Logan, 2005)，表现为(1)转换代价随着反应−刺激间隔(response-stimulus interval, RSI)的延长而降低；(2)任务转换率随着 RSI 的延长达到约 50%的水平，表明被试的任务选择趋于随机化。同样地，转换代价的减小和任务选择趋于随机化被认为是任务设置重构的作用。

为了说明被试确实对任务进行了准备，有研究发现，当被试自主选择某个任务后，若实验设置“意外地”要求执行其他任务，转换代价就会反转成任务重复代价，表明被试确实在任务准备期间进行了任务重构(Weaver, Foxe, Shpaner, & Wylie, 2014)，但这一重构过程可能直到刺激呈现时才能完成(Masson & Carruthers, 2014)。

另外，准备效应在两种任务转换范式下的表现形式有所不同。在任务线索范式中，如果 CSI 是被试间变量，则通常不会出现准备效应，只有当 CSI 是被试内变量时才会表现出准备效应，因

此准备效应被有的研究者诟病为并非反映了任务设置重构过程, 而只是被试暴露于多种 CSI 下的延迟效应(Altmann, 2004)。但在自主任务转换范式下, 无论 RSI 是被试内变量还是被试间变量, 都表现出准备效应(Liefooghe et al., 2009)。

然而, 也有反驳观点认为转换代价随着 RSI 延长而减小不能充分支持任务重构, 因为 RSI 的延长也可能导致前一任务对当前任务干扰的减小, 从而降低转换代价。为了将重构和干扰两者区分开, 采用前述任务选择分离范式, 在 RSI 中间插入探测刺激, 从而将 RSI 分为任务选择和刺激判断两个阶段, 并调节两个阶段的时长, 达到分离重构和干扰的作用(Arrington & Logan, 2005; Demanet & Liefooghe, 2014; Dignath, Kiesel, & Eder, 2015)。Demanet 和 Liefooghe (2014)发现, 保持 RSI 不变, 增加任务准备时间并没有减少转换代价, 他们据此认为自主任务转换代价主要是由于前一任务的干扰所致。这个看似与重构理论相悖的结果可以用 Liefooghe (2017)的研究加以解释：实验的任务选择阶段对每个自主任务的选择设计了两个按键(通常情况一个任务只设置一个按键), 目的在于将任务选择反应的作用分离出来。结果发现, 任务选择反应是引发转换代价的重要因素, 任务选择反应导致了任务重构的延迟。

3.4　向后抑制

为考察任务转换过程中是否存在对旧任务设置的抑制, Mayr 和 Keele (2000)首次提出向后抑制(backward inhibition)的概念。他们用线索提示被试进行 A、B、C 三种任务, 发现先前出现过的任务再次出现时, 间隔时间越短, 反应时就越慢。也就是说, 对比 ABA 和 CBA 两种任务序列中第三个 A 任务的反应时, 发现前者比后者慢。Mayr 和 Keele (2000)认为, 这是因为在执行任务 B 时, 会对前一任务(A 或 C)进行抑制, 从而使得任务 B 结束后转换到任务 A 时, 由于对任务 A 的残余抑制, 因此反应时更慢。向后抑制效应有力地说明了任务转换中抑制作用的存在(Koch, Gade, Schuch, & Phillip, 2010)。

在自主任务转换范式下也发现了类似结果(Lien & Ruthruff, 2008)。除了在反应时上体现向后抑制以外, 在任务的自主选择上也有所体现。相较于 ABA 任务序列而言, 被试更多地选择了 CBA 任务序列。这从另一个角度反映了任务转换中的抑制作用：当某个任务处于抑制状态时, 接下来选择该任务的概率就会降低。

4　对自主任务转换范式的质疑：干扰的作用

Arrington 和 Logan (2004)设计自主任务转换范式的初衷在于该范式反映了个体主动的、对任务设置自上而下的执行控制, 而不像任务线索范式那样受到外界线索的驱动。那么, 自主任务转换范式是否确实不受自下而上因素的影响呢？在 Arrington 和 Logan (2005)的研究中, 作为对主要结果的附加分析, 他们考察了目标刺激的属性对任务选择的影响。结果发现 5 个实验中仅有 2 个实验的结果表明, 当目标刺激在两个连续试次中重复出现时, 被试选择重复任务的概率略比转换任务的概率大。但鉴于此差异的数值很小, 且在 5 个实验中并未取得一致的结果, 因此他们认为自主任务转换范式不受外界刺激的影响, 而反映个体主动的控制过程。

需要说明的是, Arrington 和 Logan (2005)并未将目标刺激是否重复作为研究的自变量, 因此上述结果仅仅是对数据的补充分析。此后, 其他学者针对自下而上因素对自主任务转换的影响做了进一步的研究。

4.1　刺激属性的影响

虽然自主任务转换范式排除了基于线索的影响, 但却无法排除来自刺激的自下而上的影响。很多研究发现, 当刺激在前后两个试次中重复出现时, 被试选择重复任务的概率更大(Arrington, Weaver, & Pauker, 2010; Mayr & Bell, 2006; Orr & Weissman, 2011), 特别是在有额外工作记忆负荷的情况下(Demanet, Verbruggen, Liefooghe, & Vandierendonck, 2010), 这与 Arrington 和 Logan (2005)的附加分析结果不同。

为研究刺激对任务转换的影响, Arrington (2008)在每个试次中呈现两个刺激, 每个刺激与一个任务相联系。结果发现两个刺激(S1、S2)出现的时间间隔(SOA)从 0 ms 逐步提高到 200 ms 的过程中, 被试选择与先出现的 S1 相联系的任务的概率(p (S1))也逐渐增大。Arrington 将这个过程称为刺激驱动的任务选择过程。此外, 研究还发现 p (S1)随 SOA 的变化模式受到 RSI 的影响：当 RSI 为 400 ms 时, p (S1)随 SOA 的增加而提高；当 RSI

为 2000 ms 时, p (S1)在各个 SOA 水平上无显著差异，均为随机水平。这表明准备时间的延长能进行更充分的任务设置重构，从而抵消掉外部刺激自下而上的影响。另一方面，刺激的影响也能在任务设置重构减弱的条件下发挥更大作用。Arrington 和 Reiman (2015)的实验不要求两种任务各选择一半，而令被试自主调控两个任务的选择比例，结果发现完成比例小的任务选择更多受到了刺激驱动。除了刺激是否重复出现以外，刺激呈现的空间位置或者刺激与反应键的空间匹配关系也对自主任务选择产生影响(Arrington & Weaver, 2015; Chen & Hsieh, 2013)。可见，除了重构之外，刺激驱动的任务选择也可能是自主任务转换中的一种机制，近期的研究重点逐渐转向两种机制在自主任务转换中的动态平衡以及交互作用(Demanet & Liefooghe, 2014; Kleinsorge & Scheil, 2015)。

4.2 任务间干扰的影响

除了上述来自目标刺激的影响之外，另一个自下而上因素的来源就是任务间的干扰，这尤其体现在两个难度差别较大的任务上。例如，利用 Stroop 颜色词可以进行两种难度差异很大的任务：读词任务、颜色命名任务。前者是简单任务，后者是复杂任务。采用任务线索范式在这两个任务之间进行转换时发现了转换代价的不对称性：从复杂任务切换到简单任务的转换代价，大于从简单任务切换到复杂任务的转换代价(Allport et al., 1994)。这一反直觉的结果原因在于复杂任务有更高的激活程度，因此被试对这个任务有反应偏向(response bias)。

如果任务选择是自主而不受任务间干扰的影响，那么被试应倾向于选择不需心理努力的简单任务。但已有研究结果恰好相反，被试更倾向于选择复杂任务，且切换到简单任务产生的转换代价更大(Liefooghe et al., 2010; Yeung, 2010)。这也对自主任务选择范式的主动控制提出了质疑，表明反应偏向能显著影响任务的选择。

5 小结和展望

任务转换是研究多任务条件下执行控制功能的重要手段。早期的研究围绕着转换代价反映了主动重构过程还是任务干扰展开了大量探索，运用任务线索范式为重构理论和干扰理论积累了丰富证据。然而，任务线索范式这种缺乏生态效度的单一实验范式使理论的进一步突破和发展陷入了困境。在这种背景下，自主任务转换范式这种新的实验范式应运而生。它不仅更类似于真实生活中的多任务情境，而且还能获取转换代价以外的其他研究指标，如任务选择比例、任务转换率等，这些新指标大都表明任务重构在自主任务转换中的重要作用。

另一方面，近期也有一些研究指出自主任务转换中的干扰因素。这些干扰因素来自目标刺激、反应偏向等。可以预见，随着研究的不断深入，自主任务转换范式可能会面临任务线索范式同样的困境。为了突破困境，未来可以从以下几个方面展开研究。

第一，加深对任务选择过程的研究。自主任务转换范式的一大特点是可以分离任务选择和任务执行，获取两个反应时。由于任务选择反应时基本不出现转换代价，因此现有研究更多地侧重于分析任务执行反应时，对任务选择反应时的分析相对较少。但是，最近的一项研究表明任务选择在自主任务转换中的重要作用(Liefooghe, 2017)，未来应当继续深入探讨任务选择的机制。笔者认为，任务选择反应时不出现转换代价，除了前文提及的原因之外，还可能是因为被试在任务选择和维持任务转换率之间进行了权衡，若调控任务转换率，则有可能在任务选择反应时上出现转换代价。已有研究利用奖励等外部条件激发被试主动提高了任务转换率(Braem, 2017; Braun & Arrington, 2018; Fröber & Dreisbach, 2016)，但这些研究未能采用分离范式获取任务选择反应时，因此这一假设尚未得到检验。

第二，进一步考察重构和干扰如何共同在任务转换中发挥作用，力求实现两类理论的融合。早期的理论往往偏向其中一方，甚至完全排除另一方的作用。例如, Logan 和 Bundesen (2003, 2004)认为任务转换过程完全不涉及任务设置的重构。近年来，学者们普遍认为，任务转换中同时存在重构和干扰作用。但两者如何共同发挥作用，如何取得平衡，如何交互等问题仍不甚清楚。目前对两者作用的探讨仅局限于查找某个因素发挥作用的外部条件或影响因素，比如，低频率任务导致重构减少，从而干扰增多(Arrington & Reiman, 2015)。在此基础上，未来可进一步建立任务转换的重构和干扰共同作用模型。Meiran, Kessler 和

Adi-Japha (2008)提出了行为表征和输入选择控制模型(CARIS), 但其建模过程只参考了任务线索范式的研究, 未涉及到自主任务转换范式。

在进行理论融合时, 应尤为关注任务转换研究的核心问题以及自主任务转换范式的特点。任务转换研究的核心问题是执行控制功能如何实现不同任务的转换, 而不是某个任务如何执行。从这个出发点考虑, 既能触及任务转换机制的核心, 也能避免自主任务转换范式中任务和刺激干扰带来的影响。为了着重考察“转换”过程而降低具体“任务”的影响, 可以将自主任务转换与切换线索(transition cue)范式(Schneider & Logan, 2007; van Loy, Liefooghe, & Vandierendonck, 2010)相结合, 令被试在任务选择阶段不进行“任务”选择, 而进行“切换”选择, 即不选择具体执行何种任务, 而是自主选择“重复”前一任务还是“转换”到另一任务。这种方法能尽量减少外部切换线索、明确线索(explicit cue)、任务刺激的影响, 考察主动转换控制功能, 能为重构与干扰理论争议的解决和融合发挥作用。

第三, 改进任务转换实验范式。自主任务转换范式是对任务线索范式的一种改进, 这种改进确实引入了新的研究指标, 推动了理论进步。然而, 自主任务转换范式也有一些缺陷。首先, 通过指导语要求被试随机选择任务, 因此在实验控制上稍显薄弱。以往的研究有时发现被试不能理解指导语, 或者不按指导语执行, 或者按固定任务序列完成实验。实验者只能通过事后检验来剔除被试, 而无法进行事前控制。其次, 即使是部分符合随机化要求的被试, 在自主选择任务时也可能遵循了某种任务序列。实际上, 这是一个容易忽视的影响因素, 多个任务形成的序列组块或者层级效应可能会干扰对转换代价的解释(Perlman, Pothos, Edwards, & Tzelgov, 2010; Schneider & Logan, 2006, 2015)。未来应进一步对比任务线索范式、自主任务转换范式等不同范式的研究结果(Gollan, Kleinman, & Wierenga, 2014; Masson & Carruthers, 2014), 并继续根据研究目的改进研究范式。事实证明, 对研究范式进行小的改动已经取得了一些成效。例如, 插入探测刺激可以分离任务选择和任务执行(Arrington & Logan, 2005); 用多个按键进行一个任务的选择进一步将任务选择反应的作用分离了出来(Liefooghe, 2017); 在同一试次中以不同的 SOA 间隔呈现的两个目标刺激可以分离出刺激驱动的影响(Arrington, 2008)。我们期望, 将来的研究成果不仅局限于某个研究方法, 而是可以普遍适用于各种研究范式和生活情境。

参考文献

刘丽婷. (2016). 恐惧和愤怒对认知控制的影响. *心理学探新, 36*, 31–35.

孙天义, 肖鑫, 郭春彦. (2007). 转换加工研究回顾. *心理科学进展, 15*, 761–767.

王振宏, 刘亚, 蒋长好. (2013). 不同趋近动机强度积极情绪对认知控制的影响. *心理学报, 45*, 546–555.

Allport, A., Styles, E. A., & Hsieh, S. (1994). Shifting attentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and performance XV: Conscious and nonconscious information processing* (pp. 421–452). Cambridge, MA: MIT Press.

Allport, A., & Wylie, G. (2000). Task switching, stimulus–response bindings, and negative priming. In S. Monsell & J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 36–70). Cambridge, MA: MIT Press.

Altmann, E. M. (2004). The preparation effect in task switching: Carryover of SOA. *Memory & Cognition, 32*, 153–163.

Arrington, C. M. (2008). The effect of stimulus availability on task choice in voluntary task switching. *Memory & Cognition, 36*, 991–997.

Arrington, C. M., & Logan, G. D. (2004). The cost of a voluntary task switch. *Psychological Science, 15*, 610–615.

Arrington, C. M., & Logan, G. D. (2005). Voluntary task switching: Chasing the elusive homunculus. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31*, 683–702.

Arrington, C. M., Logan, G. D., & Schneider, D. W. (2007). Separating cue encoding from target processing in the explicit task-cuing procedure: Are there "true" task switch effects? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*, 484–502.

Arrington, C. M., & Reiman, K. M. (2015). Task frequency influences stimulus-driven effects on task selection during voluntary task switching. *Psychonomic Bulletin & Review, 22*, 1089–1095.

Arrington, C. M., & Weaver, S. M. (2015). Rethinking volitional control over task choice in multitask environments: Use of a stimulus set selection strategy in voluntary task switching. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68*, 664–679.

Arrington, C. M., Weaver, S. M., & Pauker, R. L. (2010). Stimulus-based priming of task choice during voluntary task switching. *Journal of Experimental Psychology:*

Learning, Memory, and Cognition, 36, 1060–1067.

Arrington, C. M., & Yates, M. M. (2009). The role of attentional networks in voluntary task switching. *Psychonomic Bulletin & Review, 16*, 660–665.

Botvinick, M., & Braver, T. (2015). Motivation and cognitive control: From behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology, 66*(1), 83–113.

Braem, S. (2017). Conditioning task switching behavior. *Cognition, 166*, 272–276.

Braun, D. A., & Arrington, C. M. (2018). Assessing the role of reward in task selection using a reward-based voluntary task switching paradigm. *Psychological Research, 82*, 54–64.

Chen, P. Y., & Hsieh, S. (2013). When the voluntary mind meets the irresistible event: Stimulus–response correspondence effects on task selection during voluntary task switching. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*, 1195–1205.

Demanet, J., & Liefooghe, B. (2014). Component processes in voluntary task switching. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*, 843–860.

Demanet, J., Verbruggen, F., Liefooghe, B., & Vandierendonck, A. (2010). Voluntary task switching under load: Contribution of top-down and bottom-up factors in goal-directed behavior. *Psychonomic Bulletin & Review, 17*, 387–393.

Dignath, D., Kiesel, A., & Eder, A. B. (2015). Flexible conflict management: Conflict avoidance and conflict adjustment in reactive cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 41*, 975–988.

Dunn, T. L., Lutes, D. J. C., & Risko, E. F. (2016). Metacognitive evaluation in the avoidance of demand. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 42*, 1372–1387.

Forstmann, B. U., Brass, M., Koch, I., & von Cramon, D. Y. (2006). Voluntary selection of task sets revealed by functional magnetic resonance imaging. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*, 388–398.

Forstmann, B. U., Ridderinkhof, K. R., Kaiser, J., & Bledowski, C. (2007). At your own peril: An ERP study of voluntary task set selection processes in the medial frontal cortex. C*ognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 7*, 286–296.

Fröber, K., & Dreisbach, G. (2016). How sequential changes in reward magnitude modulate cognitive flexibility: Evidence from voluntary task switching. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 42*, 285–295.

Fröber, K., & Dreisbach, G. (2017). Keep flexible–Keep switching! The influence of forced task switching on voluntary task switching. *Cognition, 162*, 48–53.

Gollan, T. H., Kleinman, D., & Wierenga, C. E. (2014). What's easier: Doing what you want, or being told what to do? Cued versus voluntary language and task switching. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*, 2167–2195.

Hardy, M., & Gillan, D. J. (2012, September). Voluntary task switching patterns in everyday tasks of different motivational levels. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (Vol. 56, No. 1, pp. 2128–2132). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Hübner, R., & Druey, M. D. (2006). Response execution, selection, or activation: What is sufficient for response-related repetition effects under task shifting? *Psychological Research, 70*, 245–261.

Kiesel, A., Steinhauser, M., Wendt, M., Falkenstein, M., Jost, K., Philipp, A. M., & Koch, I. (2010). Control and interference in task switching—A review. *Psychological Bulletin, 136*, 849–874.

Kleinsorge, T., & Scheil, J. (2015). Effects of reducing the number of candidate tasks in voluntary task switching. *Frontiers in Psychology, 5*, 1555.

Koch, I., Gade, M., Schuch, S., & Philipp, A. M. (2010). The role of inhibition in task switching: A review. *Psychonomic Bulletin & Review, 17*(1), 1–14.

Kool, W., & Botvinick, M. (2014). A labor/leisure tradeoff in cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*, 131–141.

Liefooghe, B. (2017). The contribution of task-choice response selection to the switch cost in voluntary task switching. *Acta Psychologica, 178*, 32–40.

Liefooghe, B., Demanet, J., & Vandierendonck, A. (2009). Is advance reconfiguration in voluntary task switching affected by the design employed? *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62*, 850–857.

Liefooghe, B., Demanet, J., & Vandierendonck, A. (2010). Persisting activation in voluntary task switching: It all depends on the instructions. *Psychonomic Bulletin & Review, 17*, 381–386.

Lien, M.-C., & Ruthruff, E. (2008). Inhibition of task set: Converging evidence from task choice in the voluntary task-switching paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review, 15*, 1111–1116.

Logan, G. D., & Bundesen, C. (2003). Clever homunculus: Is there an endogenous act of control in the explicit task-cuing procedure?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 29*, 575–599.

Logan, G. D., & Bundesen, C. (2004). Very clever homunculus: Compound stimulus strategies for the explicit task-cuing procedure. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*, 832–840.

Masson, M. E. J., & Carruthers, S. (2014). Control processes in voluntary and explicitly cued task switching. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*, 1944–1958.

Mayr, U., & Bell, T. (2006). On how to be unpredictable: Evidence from the voluntary task-switching paradigm. *Psychological Science, 17*, 774–780.

Mayr, U., & Keele, S. W. (2000). Changing internal constraints on action: The role of backward inhibition. *Journal of Experimental Psychology: General, 129*, 4–26.

Meiran, N. (1996). Reconfiguration of processing mode prior to task performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22*, 1423–1442.

Meiran, N., Kessler, Y., & Adi-Japha, E. (2008). Control by action representation and input selection (CARIS): A theoretical framework for task switching. *Psychological Research, 72*, 473–500.

Mittelstädt, V., Dignath, D., Schmidt-Ott, M., & Kiesel, A. (2018). Exploring the repetition bias in voluntary task switching. *Psychological Research, 82*(1), 78–91.

Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(3), 134–140.

Monsell, S., & Mizon, G. A. (2006). Can the task-cuing paradigm measure an endogenous task-set reconfiguration process? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 32*, 493–516.

Orr, J. M., & Weissman, D. H. (2011). Succumbing to bottom-up biases on task choice predicts increased switch costs in the voluntary task switching paradigm. *Frontiers in Psychology, 2*, 31.

Perlman, A., Pothos, E. M., Edwards, D. J., & Tzelgov, J. (2010). Task-relevant chunking in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 36*, 649–661.

Rangelov, D., Töllner, T., Müller, H. J., & Zehetleitner, M. (2013). What are task-sets: A single, integrated representation or a collection of multiple control representations? *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 524.

Schneider, D. W., & Logan, G. D. (2006). Hierarchical control of cognitive processes: Switching tasks in sequences. *Journal of Experimental Psychology: General, 135*, 623–640.

Schneider, D. W., & Logan, G. D. (2007). Task switching versus cue switching: Using transition cuing to disentangle sequential effects in task-switching performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*, 370–378.

Schneider, D. W., & Logan, G. D. (2015). Chunking away task-switch costs: A test of the chunk-point hypothesis. *Psychonomic Bulletin & Review, 22*, 884–889.

Umemoto, A., & Holroyd, C. B. (2015). Task-specific effects of reward on task switching. *Psychological Research, 79*, 698–707.

van Loy, B., Liefooghe, B., & Vandierendonck, A. (2010). Cognitive control in cued task switching with transition cues: Cue processing, task processing, and cue–task transition congruency. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 63*, 1916–1935.

Vandierendonck, A., Demanet, J., Liefooghe, B., & Verbruggen, F. (2012). A chain-retrieval model for voluntary task switching. *Cognitive Psychology, 65*, 241–283.

Vandierendonck, A., Liefooghe, B., & Verbruggen, F. (2010). Task switching: Interplay of reconfiguration and interference control. *Psychological Bulletin, 136*, 601–626.

Weaver, S. M., Foxe, J. J., Shpaner, M., & Wylie, G. R. (2014). You can't always get what you want: The influence of unexpected task constraint on voluntary task switching. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*, 2247–2259.

Yeung, N. (2010). Bottom-up influences on voluntary task switching: The elusive homunculus escapes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 36*, 348–362.

Reconfiguration and interference in voluntary task switching

JIANG Hao

(*Institute of Aviation Human Factors and Ergonomics, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan* 618307, *China*)

Abstract: Task switching is often used for studying executive functions. Task switching is usually associated with switch costs: longer reaction times and higher error rates on task-switch trials compared to task-repeat trials. Switch costs are attributed to task-set reconfiguration (reconfiguration view), or interference between different tasks (interference view). Compared with task cuing paradigm, the voluntary task switching paradigm is considered to be more ecologically valid. With this new paradigm, researchers could achieve not only traditional indicators like switch costs, but also new measures such as proportions of task selection and task switching rates. Studies of voluntary task switching are in favor of reconfiguration view. However, some recent reports found that interference may also play a role in voluntary task switching. In the future, modifications of the experimental paradigm should be made for a possible theoretical integration.

Key words: executive function; task switching; reconfiguration; interference; voluntary task switching paradigm